

Historia de la vinculación entre el diseño y estructura

Gemma Muñoz Soria

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA. EPSEB

RESUMEN

Nuestra profesión padece una desvinculación entre el proyecto y la estructura.

Esta comunicación partirá de una descripción de varios expertos que propiciaron el cambio en España, fueron pioneros realizando sistemas y procesos constructivos diferentes y ayudaron a entender la necesidad de un cambio. Se hablará de diferentes materiales y como dependiendo del material, se desarrolló un cambio en la construcción actual. Será necesario mirar hacia el pasado no lejano para poder pensar como se han realizado los cambios y llegar a comprender como se tendrán que realizar a partir de ahora.

Así la comunicación acabará con las conclusiones adaptadas a nuestro tiempo actual, para poder recoger las soluciones mas adecuadas a nuestra realidad.

1.- ANTECEDENTES

Nuestra profesión padece una fuerte desvinculación entre el proyecto arquitectónico y la estructura de éste. La especialización de la técnica actual y la falta de relación entre los profesionales especializados que trabajan en un mismo producto han producido una fuerte separación entre el diseño conceptual y el diseño de la propia estructura.

Pero esta separación no es lógica, ya que la estructura y la arquitectura deben estar enlazadas. La estructura de un edificio no es un elemento ajeno al concepto arquitectónico, sino que forma parte de ello. Determina y da una escala, provee de orden y establece las principales proporciones. Define la forma básica de los espacios y determina la posibilidad del edificio de modificar o transformar, con el tiempo, sus funciones y por tanto su propio diseño.

Asimismo, en muchos casos la decisión sobre la tipología estructural se plantea una vez definido el proyecto, de manera que una parte fundamental de éste, la estructura, se presenta más como una imposición y un problema a resolver que no como una variable más de la idea arquitectónica.

Es por esta razón, que especializarse en proyectar no implica renunciar a conocer la estructura, sino a trabajar conjuntamente desde el inicio de un proyecto. Es decir, un arquitecto no tiene que saber calcular, sino conocer el concepto estructural y trabajar conjuntamente con el técnico especialista.

Esta zona donde confluyen los ámbitos de todos los profesionales, está muy poco explorada ya que la bibliografía existente se concentra en los aspectos más proyectales de la arquitectura o hace un salto hacia la especialidad del cálculo estructural.

Solo algunos profesionales consiguieron trabajar conjuntamente ambas especialidades, adaptando estructura y diseño en un mismo equipo, obteniendo resultados inesperados tanto en el campo del diseño como del cálculo. Un claro ejemplo lo obtenemos del ingeniero Eduardo Torroja, que ya en su libro "Razón y ser de los tipos estructurales" no detalla la importancia y la verdadera esencia de las estructuras. Para él, el nacimiento de un conjunto estructural es fusión de técnica con arte, de ingenio con estudio, es por tanto una combinación de diseño y cálculo.

Así pues, uno de los puntos a considerar para reforzar este puente entre ambas especialidades es presentar una descripción de las estructuras más sustanciales de principios de siglo XX que produjeron un cambio en el diseño arquitectónico. Obtendremos un listado de figuras importantes

en esta época que produjeron a través de sus obras y sus conocimientos un cambio de mentalidad en el campo de la arquitectura.

Estos personajes han sido escogidos tras un estudio realizado de la historia de la arquitectura de comienzos de siglo XX. El estudio se ha realizado con técnicos españoles, para que éste se adapte más a nuestras necesidades y se ha revisado tanto los grandes nombres de la arquitectura española como otros nombres no tan conocidos.

Por último cabe destacar que la razón de haber escogido esta época, viene determinada por la aparición de nuevos materiales, como el hormigón armado, que no solo produjeron un cambio en la construcción, sino que a su vez mejoraron también las técnicas de materiales ya existentes, como es el caso de soluciones cerámicas.

Debido a la variedad de materiales, las figuras escogidas se dividen en tres grupos bien diferenciados por el tipo de material que trataron: acero, hormigón y cerámica. Estos tres materiales, que realizaron importantes mejoras en la construcción, produjeron también un gran cambio en el diseño conceptual.

Solo así entendiendo como, cuando y porqué surgieron estos cambios, podremos utilizar estos conocimientos para cambiar nuestra situación actual e intentar mejorar en nuestras soluciones.

2.- CONTENIDO

PERSONAJES DEL SIGLO XX

Los sistemas de cálculo y los criterios de la construcción, a principios del siglo XX en España, se van a regular a partir de los criterios derivados de las normativas francesas de la Ecole Supérieure des Ingénieurs de Ponts et Chaussées de París, cuyos desarrollos constructivos fueron publicados en la Enciclopedia de Barré, de amplia difusión entre los arquitectos españoles.

Fue un momento de cambio, de transición donde empezaron a surgir nuevas propuestas tanto de materiales como de diseño. Las estructuras civiles produjeron grandes cambios en la estructura, implantando nuevos materiales. Los puentes de los ferrocarriles tuvieron mucha influencia en la ejecución de estructuras metálicas. Nombres poco conocidos como Jaume Bayó, Domenech Sugranyes, Juan Torras Guardiola, Josep Maria Cornet y Teodoro Anasagasti provocaron una implantación de nuevos materiales en la construcción y soluciones novedosas a las utilizadas en ese momento.

ACERO	HORMIGÓN ARMADO	CERÁMICA
Josep Maria Cornet	José Eugenio Ribera	Jaume Bayó
Esteve Terrades	Teodoro Anasagasti	Domenech Sugranyes

Josep Maria Cornet Mas

Josep Maria Cornet Mas nació en Barcelona y estudió en la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona. Trabajaba ya desde 1868 en la Maquinista, pero no fue hasta 1880 que se hizo cargo de la dirección de la empresa, que ocupó hasta su muerte, en 1916. La maquinista jugó un papel muy importante en la consolidación de la profesión de ingeniero industrial y, por lo tanto, de una cultura industrial propia de su tiempo.

Dentro de la Maquinista a parte de las tareas de dirección de la empresa, el ingeniero Cornet se dedicó a dos campos: el desarrollo de la maquinaria para la mejora de la producción y las construcciones metálicas. Las obras de Cornet aún impregnan Barcelona con su diseño estructural.

En 1869 realizó el proyecto de las armaduras de hierro que tenían que cubrir el Teatro del Circo de Barcelona. Es la primera obra de construcción metálica en la que participa, y ya en esta se ve claramente la relación característica entre la ingeniería y la arquitectura de finales del siglo XIX.

En la construcción del mercado del Born, en 1874, Cornet se encargó del diseño y dirección de las construcciones metálicas del mercado cuyo arquitecto fue Josep Fontseré.

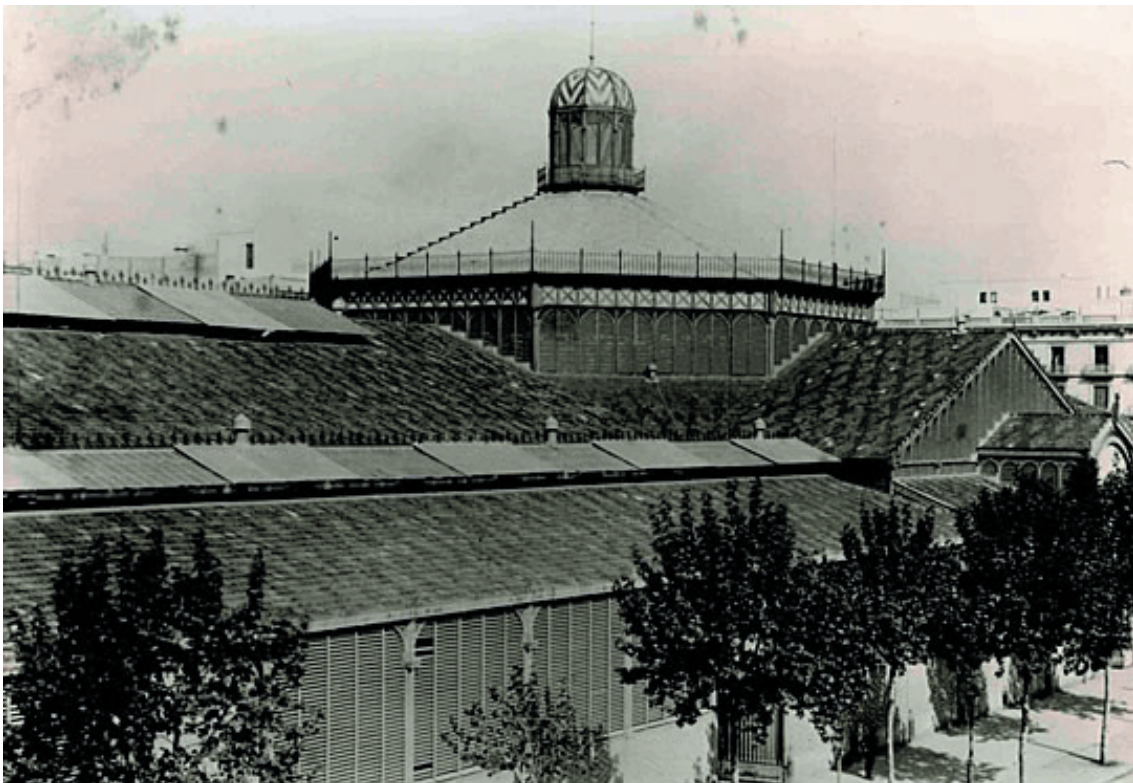
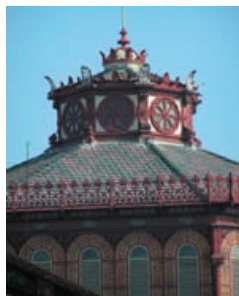


Imagen exterior del Mercado del Born

El otro gran mercado construido por la Maquinista es el de Sant Antoni, inaugurado en septiembre de 1882. Las naves parten de una elegante rotonda ochocentista que se levanta en el centro del edificio. La estructura metálica la calculó el ingeniero Josep Maria Cornet Mas, siendo el autor del proyecto el arquitecto Antonio Rovira y Trias.



Mercado de Sant Antoni

Cornet también participó en la construcción de puentes de hierro y carretera. Es pues evidente la contribución de la Maquinista y, por lo tanto, de su director Josep Maria Cornet, a la modernización del país.

Según él, tal como explicó en el discurso realizado en el año 1910, arte e industria han sido dos cosas inseparables, que han ido a compás.

Esteve Terrades

Esteve Terradas i Illa nació en Barcelona, en 1883. Fue Doctor en Ciencias Exactas y en Ciencias Físicas; Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos; Ingeniero Industrial (1909), entre muchas otras profesiones. Terradas fue Catedrático de Física matemática.

También ejerció una actividad pedagógica importante. Publicó artículos en la “Revista de la Academia de Ciencias”, de Madrid, y al boletín del Instituto de Ciencias de Barcelona.

En 1916 ganó el concurso para ocupar la dirección de la Sección de Teléfonos de la Mancomunidad de Cataluña, que debía hacer llegar el teléfono hasta todos los rincones de Cataluña. Instalaron la primera central automática en Balaguer en 1924.

En 1918, Terradas fue escogido para dirigir la Sección de Ferrocarriles Secundarios de la Mancomunidad, que debía descentralizar el territorio, tarea que no se llegó a completar porque el 13 de septiembre de 1923 estalló la Dictadura de Primo de Rivera.

También fue director de obras de los Ferrocarriles de la Mancomunidad de Cataluña, dirigió (1923-25) y proyectó la construcción del Ferrocarril Metropolitano Transversal de Barcelona, inaugurado en 1926, y otras líneas de ferrocarriles de Cataluña.



Estación de Plaza España

Se dice que el Presidente de la Mancomunidad de Cataluña, Josep Puig i Cadafalch, le encargó un estudio sobre la estabilidad de la “bóveda catalana”, estudio que se conserva en el archivo del Instituto de Estudios Catalanes. Así pues no solo fue un referente en el tema del acero, sino que llegó a investigar otros temas como la cerámica.

José Eugenio Ribera

José Eugenio Ribera Dutaste (París o Lisboa, 1864 - 1936) nació en Portugal, de donde tuvo que emigrar. Terminó la carrera de Ingeniero de Caminos el año 1887 y en ese mismo año ya fue destinado en la Jefatura de Obras públicas de Oviedo, donde desde el primer momento empezó a distinguirse. Realizó numerosos viajes a Europa, en los cuales aprendió la construcción del material moderno de aquella época, el hierro.

Con su experiencia en las obras metálicas, Ribera escribió tres obras importantes sobre el hierro en los años 1895, 1896 y 1897. Pero hacia 1898 Ribera se enteró que en el extranjero se empezaba a emplear un nuevo material de construcción.

A finales del siglo XIX trabaja en el Estado y fundó la Compañía de Construcciones Hidráulicas y Civiles con amigos contratistas, al tiempo que trabajaba sobre las aplicaciones del hormigón armado. Desarrolló entonces un modelo propio en el que la parte metálica de las construcciones se convertía en el armazón sobre el que aplicaba el hormigón, dejando a un lado las varillas metálicas del encofrado habitual y permitiendo que la estructura fuese también el encofrado.

Fue profesor y director en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. Su labor de investigación quedó plasmada en la multitud de artículos que publicó en la Revista de Obras Públicas. Según él, el arquitecto debía poseer todos los conocimientos del ingeniero y además los de orden artístico.

Esta mezcla de diseño y cálculo se transmite en sus numerosas obras proyectadas. Entre las obras más importantes destacan las primeras obras metálicas como el puente de Ribadesella y el viaducto del Pino, sobre el Duero.

Posteriormente ya utilizando el hormigón tubo numerosas obras de gran talento, de las cuales se destaca el depósito de Madrid y el gran sifón del Sosa. Fue también Ribera el primer ingeniero que sustituyó en España, en los cimientos del puente de María Cristina, en San Sebastián, los pilotes de madera o metálicos por los de hormigón armado.



Puente Pino

En 1897 inauguró la prisión provincial de Oviedo, Asturias, siguiendo un proyecto tipo de Eduardo Adaro. Fue la primera construcción española que utilizó el hormigón armado para los forjados horizontales.



Prisión de Oviedo

En 1910 Ribera realizó el proyecto del antiguo Matadero de ganados, que fue proyectado por el arquitecto Luís Bellido.



Puente de San Telmo

También realizó numerosos puentes de hormigón, como son los de la vía férrea de Tánger a Fez, el puente de San Telmo, el puente Golbardo, en Cantabria, el puente Pino, el puente de Cíaño (donde sustituye el tablero de madera por hormigón armado) y el Puente María Cristina en San Sebastián.

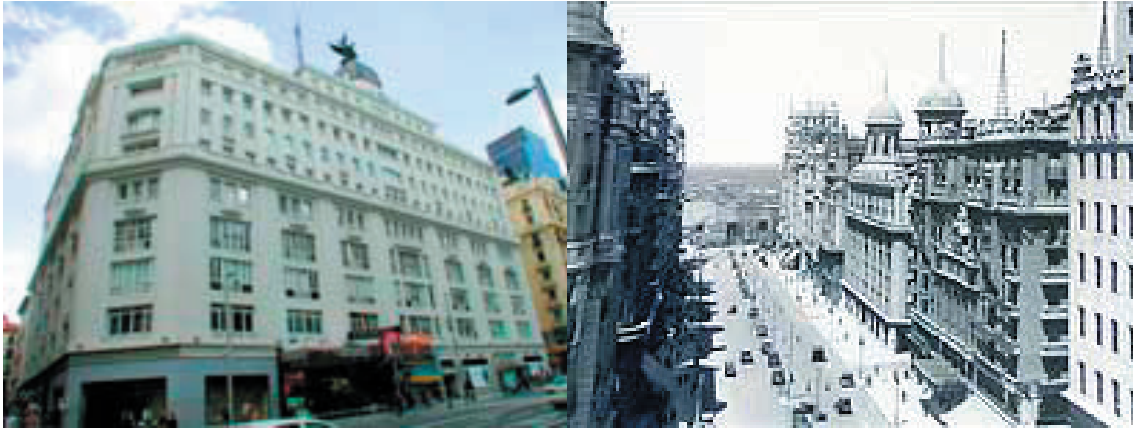
Teodoro Anasagasti

Teodoro Anasagasti nació en Bermeo, Vizcaya y se tituló en la Escuela de Arquitectura de Madrid en 1906. Seguidamente se trasladó a su ciudad natal donde realizó sus primeros trabajos como arquitecto municipal.

En 1917 comenzó a trabajar como profesor de Dibujo en la Escuela de Arquitectura de Madrid. Para Anasagasti la formación práctica del arquitecto era tanto o más importante que los conocimientos teóricos, como puso de relieve en su obra *«Enseñanza de la Arquitectura. Cultura Moderna técnico artística»* (1923).

Como arquitecto, sus primeras obras están influenciadas de trazas más clasicistas ya que realizó parte de sus estudios en Roma. Más tarde fue ampliando sus conocimientos en sus viajes a Francia, los Países Bajos, Alemania y Austria, y fue introduciendo nuevas técnicas constructivas. Anasagasti fue el introductor del hormigón armado en la arquitectura española.

Sus obras más importantes realizadas en Madrid son el Real Cinema en la plaza de Isabel II, el Teatro Fontalba, los Almacenes Madrid París y el Teatro Cinema Monumental.



Almacenes Madrid París

También construyó posteriormente la Iglesia anglicana de San Jorge, la construcción del edificio del diario ABC y el proyecto y construcción de los talleres del diario ABC. Además construyó varios edificios de viviendas en Madrid y su propia vivienda.

Fuera de Madrid realizó trabajos en las localidades vizcaínas de Bermeo y Mundaca, construyó el Carmen granadino de la Fundación Rodríguez Acosta, la Casa de Correos de Málaga, el Teatro Villamarta de Jerez de la Frontera en Cádiz, y dos barriadas obreras en Irún, Guipúzcoa, en la década de 1920.

Así pues, después de estos dos ejemplos podemos recoger, tanto en la vertiente arquitectónica como en la ingeniería, dos tipos de soluciones que realizaron el cambio en la arquitectura española, al introducir el material de hormigón armado en España.

Jaume Bayó

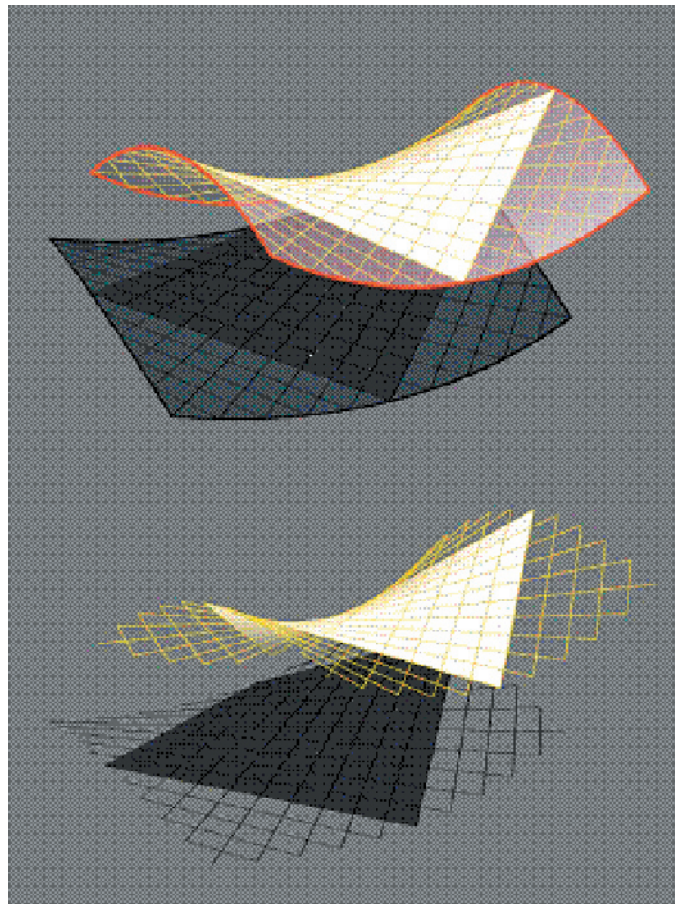
Jaume Bayó fue un arquitecto nacido en Barcelona. Empezó de profesor a principios de los años 1900 dando las asignaturas de Hidráulica y Máquinas y motores. Bayó llegaría mas adelante a ser catedrático de Cálculo de estructuras y estudió atentamente la teoría de la Elasticidad, llegando a conclusiones muy avanzadas para la época. Sería también, junto a Gaudí, el autor de los complicados cálculos que la peculiar estructura de la Pedrera exigía.



La pedrera

Alrededor del año 1910 el uso de bóvedas en España comenzó a decaer con la progresiva sistematización de las estructuras de hormigón armado. Sólo en momentos muy específicos se reparó en la ventaja económica que este procedimiento constructivo podía aportar, tal fue el caso del período de escasez de materiales en la posguerra, cuando apareció un texto de Jaume Bayó, “*La bóveda tabicada*”, en el Anuario Asociación de Arquitectos de Cataluña, que produjo un gran impacto en la construcción.

En este texto Bayó sugería la aplicación a los tabicados de la teoría del arco metálico apoyado en articulaciones y, por consiguiente, del elegante método de los pesos elásticos para determinar las solicitaciones en cualquier sección.



Estudio de vuelta catala

Rafael Guastavino

Domènec Sugrañes i Gras (Reus, Baix Camp, 1879 - Barcelona, 1938) fue un arquitecto español. Titulado en 1912, fue discípulo de Antoni Gaudí, con el que colaboró en varios de sus proyectos: completó el palacio de Bellesguard con los bancos de mosaico, el aguamanos del vestíbulo y la casa de los labradores (1917); realizó la casa de Hermenegildo Miralles, de la que Gaudí solo hizo la puerta de entrada al recinto, con un proyecto en forma de barraca valenciana (1919). También ayudó a Gaudí en el proyecto de la Sagrada Familia, sucediendo a su maestro como director de las obras (1926-1936). Sugrañes fue autor además de la Plaza de Toros Monumental de Barcelona, junto con Manuel Joaquim Raspall.



Plaza de toros la Monumental

En la Sagrada Familia innovó en numerosos detalles, como son las superficies regladas con las que Gaudí imaginó el techo. Las bóvedas fueron reforzadas por barras metálicas a modo de armadura. Así el mimo Domènec Sugranyes lo argumenta en una conferencia dada en el Colegio de Arquitectos de Cataluña en 1923 sobre la estabilidad estática de la Sagrada Familia:

“En este sistema, las cargas se van a sostener directamente por medio de columnas que se ramifican formando el ramaje, con objeto de ir a buscar las masas de construcción en aquellos puntos en los que podemos considerar que éstas se concentran, es decir en sus centros de gravedad.

Por eso es preciso que esas masas de construcción que deben de ser sostenidas, formen un conjunto unido, concrecionado [hormigonado] podríamos decir. Para que los puntos de apoyo puedan reducirse, las llamada masas, cubiertas especialmente, deben estar armadas, obteniéndose así otra ventaja grandísima, la facilidad y economía de su construcción pues quedan suprimidas las cimbras y contrapesos que tanto la encarecen. En el sistema adoptado, como las superficies empleadas para la formación de bóvedas y cubiertas son superficies regladas, hiperboloides y paraboloides hiperbólicos, las generatrices y directrices que las forman serán a la vez la armadura que les dará unidad y resistencia.”(Sugranyes, 1923).

3.- CONCLUSIÓN

Tras este repaso al pasado, obtenemos un cuadro de obras emblemáticas, que nos hacen pensar en el tipo de estructuras utilizadas totalmente unidas diseño y estructura.

Los materiales utilizados juntaban no solo un concepto relacionado con la ejecución, sino que se escobía también para el diseño del edificio.

El hierro formaba parte del concepto estructural y por tanto del diseño del edificio. La cerámica impartía un papel importante en el diseño de los espacios. El hormigón cambió las dimensiones de la estructura y de las propias dimensiones del edificio.

Actualmente prescindimos del material utilizado, cuando diseñamos un edificio. La estructura no está pensada mientras se diseña el edificio sino después sin tener concordancia y por tanto no siendo parte de él.

El edificio no asimila la estructura diseñada, surgiendo elementos inesperadas dentro de los espacios.

Nos encontramos en un momento en que el que el papel de la informática tiene un peso muy importante en nuestros proyectos. Muchas veces debido a la facilidad del cálculo por ordenador, nos pensamos que cualquier estructura tiene solución. Esto provoca que al diseñar el edificio no se piense tan de tenidamente en la estructura pues damos por supuesta que esta podrá ser siempre solucionada.

Hemos realizado el estudio de diferentes personajes relevantes a principios de siglo XX, con los cuales hemos aprendido, que sea el material utilizado, estas dos especialidades han de ir conjuntas. Sea el técnico ingeniero o arquitecto, proyectar depende no solo del diseño sino de otros factores. El ingeniero ha de pensar en el diseño de sus obras, y el arquitecto ha de pensar en la capacidad portante de ellas. Solo así conseguiremos que nuestra obra tenga un significado único en todos los sentidos.

Es por esto que ingeniero han de trabajar conjuntamente, para que de esta forma ambas especialidades vayan cogidas de la mano.

BIBLIOGRAFÍA O REFERENCIAS

CHARLESON, A. *La estructura como arquitectura*. Inglaterra. Editorial Reverté, 2005.

TORROJA MIRET, E. *Razón y ser de los tipos estructurales*. Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja", 2004.

SALVADORI M., HELLER R. *Estructuras para arquitectos*. Buenos Aires. Editorial Kliczokowski Publisher, 1998.

CARDELLACH F. *Filosofía de las estructuras*. Barcelona. Editorial editores técnicos asociados, s.a., 1970.

DURAN FUENTES, M. *Estudio sobre las bóvedas de los puentes romanos*. III Congreso de Obras Públicas Romanas. Castilla León. Consejo de Ingenieros. 2006.

BASSEGODA NONELL, J. *La estética de la ingeniería según Felix Cardellach*. Revista de Obras Públicas. 1980

LUSA MONFORTE, G., *la escuela de ingenieros industriales de Barcelona y el proyecto de nueva escuela industrial (1900-1917)*, Quaderns d'història de l'enginyeria. 2004.

MOLAS I., *Els senadors conservadors*, Barcelona, Institut de Ciències Polítiques i Socials, 2007.

PÉREZ NÚÑEZ A., Josep Maria Cornet i Mas, director de La Maquinista Terrestre y Marítima, X Congrés d'Història de Barcelona, 2007

MACHIMBARRENA V., D. José Eugenio de Ribera, . Revista de Obras Públicas. 1936.

TARRAGÓ CID S., José Eugenio de Ribera y la R.O.P., . Revista de Obras Públicas. 2003.

GIRALT MIRACLE D., *Gaudí, la búsqueda de la forma*, Barcelona, 2005

BASSEGODA J., *El hormigón en el Templo de la Sagrada Familia*, Barcelona, 1975.

TERRADAS T., Esteve Terradas. *El porqué de una exposición*, Revista Quark, 2004.

ROCA ROSELL A., *la amable visita de Einstein a Barcelona en 1923*, Revista Quark, 2004.

PEREZ N., *primera exposición monográfica Dedicada a Esteve Terradas (1883-1950)* , Revista Quark, 2004.

PEREZ N. Y VERDERA A., *repercusión mediática de Esteve Terradas: un artículo de Julio Rey Pastor*, Revista Quark, 2004.

GUEROLA J., *Terradas y la construcción del túnel del Metro Transversal de Barcelona*, Revista Quark, 2004.

JAVIER GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO J., *La arquitectura norteamericana, motor y espejo de la arquitectura española en el arranque de la modernidad (1940-1965)*, Pamplona, Actas del congreso internacional, 2006.